

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

REPUBLIQUE FEDERALE
DU CAMEROUN

LA SANAGA AU SITE DE SONG-LOULOU

CAMPAGNE 1970

Note Hydrologique



LA SANAGA AU SITE DE SONG-LOULOU

CAMPAGNE 1970

Note Hydrologique

La présente note a été rédigée

par JF. NOUVELOT

Les travaux sur le terrain ont été effectués

principalement par M. R. HOORELBECKE

I N T R O D U C T I O N

Par Convention passée, le 18 Août 1970, entre ENERGIE ELECTRIQUE du CAMEROUN et l'OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER, la Section hydrologique du Centre ORSTOM de YAOUNDE a été chargée d'effectuer un ensemble de travaux et d'études hydrologiques en vue de l'établissement du projet d'aménagement hydro-électrique de la SANAGA au site de SONG-LOULOU.

Le programme de cette Convention prévoyait :

- l'installation de huit échelles limnimétriques : quatre en rive gauche, trois dans des îles, une en rive droite.
- la lecture intermittente de ces échelles de façon à obtenir une dizaine de lignes d'eau bien réparties en fonction des débits.
- la mesure de la répartition des débits dans les deux bras de la SANAGA (île en aval de la future usine).

La présente note rend compte des observations et mesures effectuées entre Mars 1970 et Mars 1971.

1. OBSERVATIONS LIMNIMETRIQUES

1-1 Réseau limnimétrique

Le réseau initialement prévu figure sur le graphique 1.

Les caractéristiques des différentes échelles sont les suivantes :

Echelle E 1 dite échelle aval :

Date d'installation : 16 Février 1967
altitude du zéro : 485,12 mètres
lectures : journalières

Echelle E 2 dite échelle amont :

Date d'installation : 21 Février 1967
altitude du zéro : 507,05 mètres
lectures : mauvaises lectures journalières mais
bonnes lectures intermittentes.

Echelle E 3

Date d'installation : Avril 1968
altitude du zéro : 513,75 mètres
lectures : intermittentes (l'île est pratique inaccessible depuis l'entrée en fonction du barrage de MBAKAOU).

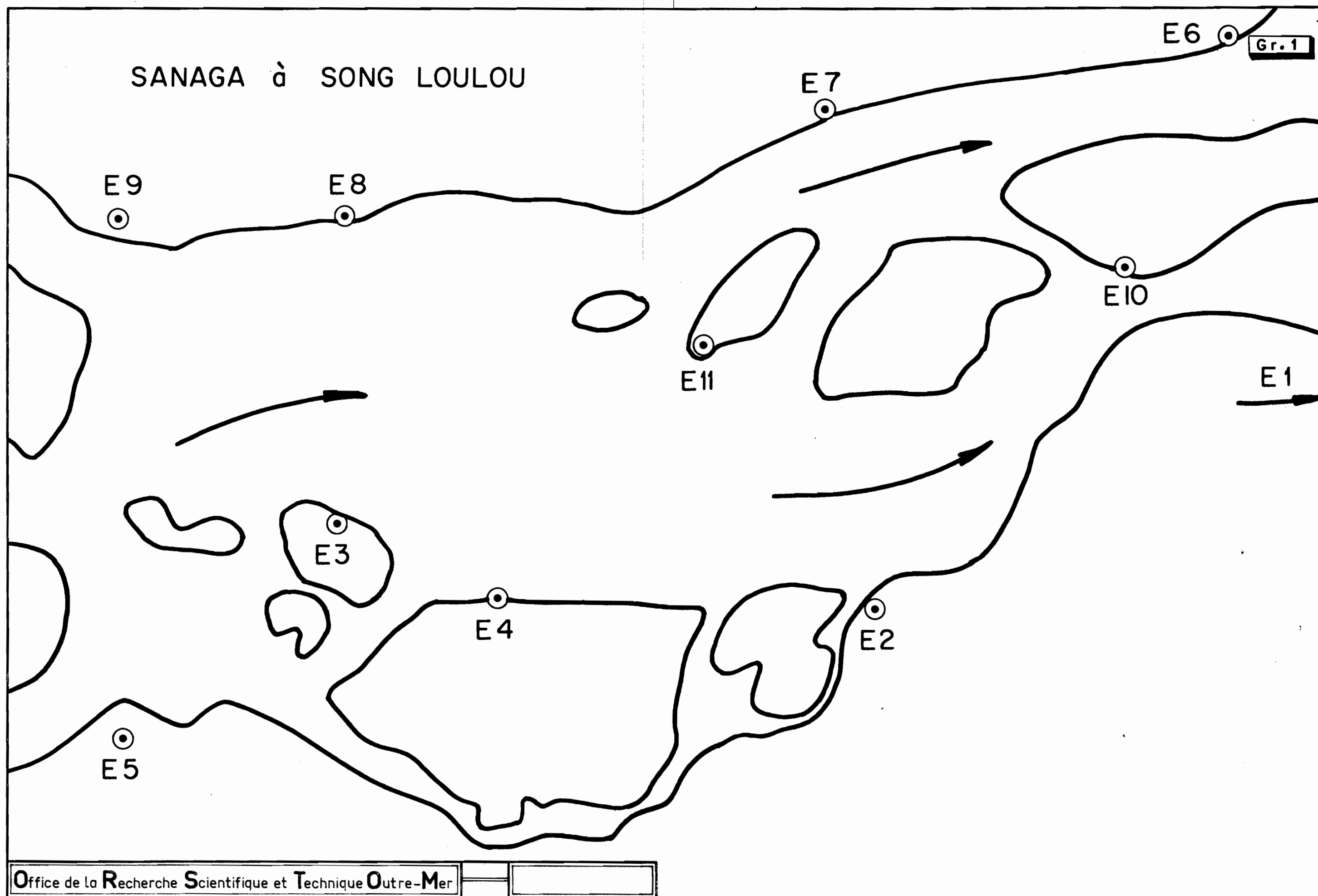
Echelle E 4

Date d'installation : 29 Mai 1970
altitude du zéro : 511,07 mètres
lectures : intermittentes

Echelle E 5

Date d'installation : 30 Mai 1970
altitude du zéro : 520,81 mètres
lectures : intermittentes.

SANAGA à SONG LOULOU



Echelle E 6

Date d'installation : 1er Juin 1970
altitude du zéro : 485,34 mètres
lectures : intermittentes

Echelle E 7

Date d'installation : 1er Juin 1970
altitude du zéro : 497,87 mètres
lectures : intermittentes

Echelle E 8

Date d'installation : 2 Juin 1970
Echelle détruite

Echelle E 9

Date d'installation : 2 Juin 1970
altitude du zéro : 512,94 mètres
lectures : intermittentes

Echelle E 10

Date d'installation : 31 Mai 1970
altitude du zéro : 486,62 mètres
lectures : intermittentes

Echelle E 11

N'a pas pu être installée

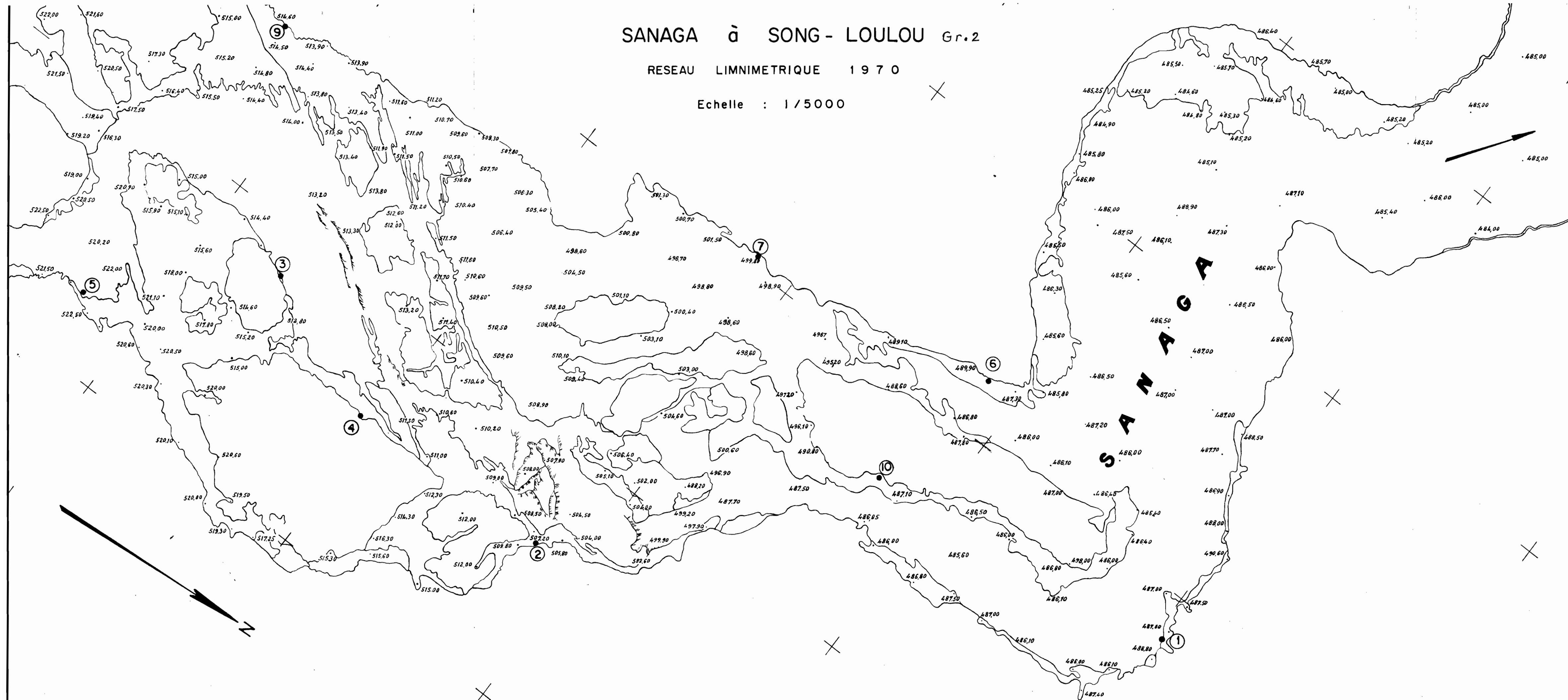
Nous avons porté sur le graphique 2 les échelles qui ont pu effectivement être observées.

1-2 Mesures :

Echelle E 1 :

De par sa position cette échelle est assez sensible aux variations de débit. De plus, les lectures journalières étant de bonne qualité, elle servira de base à toutes nos mesures (les relevés journaliers figurent en annexe).

Echelle : 1 / 5000



Echelle E 2 : les lectures sont parfois douteuses

La liaison linéaire entre les deux échelles E 1 et E 2 est définie par :

$$E2 = 0,255 E1 + 383,81 \quad (\text{cote réelle}).$$

- graphique 3 -

Echelle E 3.

La liaison linéaire avec l'échelle E 1 a été établie à l'aide de 6 relevés - graphique 4 -

$$E3 = 0,280 E1 + 377,71 \quad (\text{cote réelle}).$$

Toutefois, une première corrélation établie en 1968, à l'aide de nombreux relevés avait donné :

$$E3 = 0,300 E1 + 367,90 \quad (\text{cote réelle}).$$

Ces deux relations donnent des valeurs relativement proches.

Echelle E 4 :

Liaison linéaire avec E 1 établie à l'aide de 9 relevés - graphique 5 -

$$E4 = 0,255 E1 + 387,84 \quad (\text{cote réelle}).$$

Nous pouvons noter que les liaisons E1 - E2 et E1 - E4 ont le même coefficient angulaire et que leurs ordonnées à l'origine diffèrent de la même hauteur que les cotes de leurs zéros. La cote E4 est donc facilement connue à partir de celle de E2 en ajoutant à cette dernière la différence d'altitude de leurs zéros.

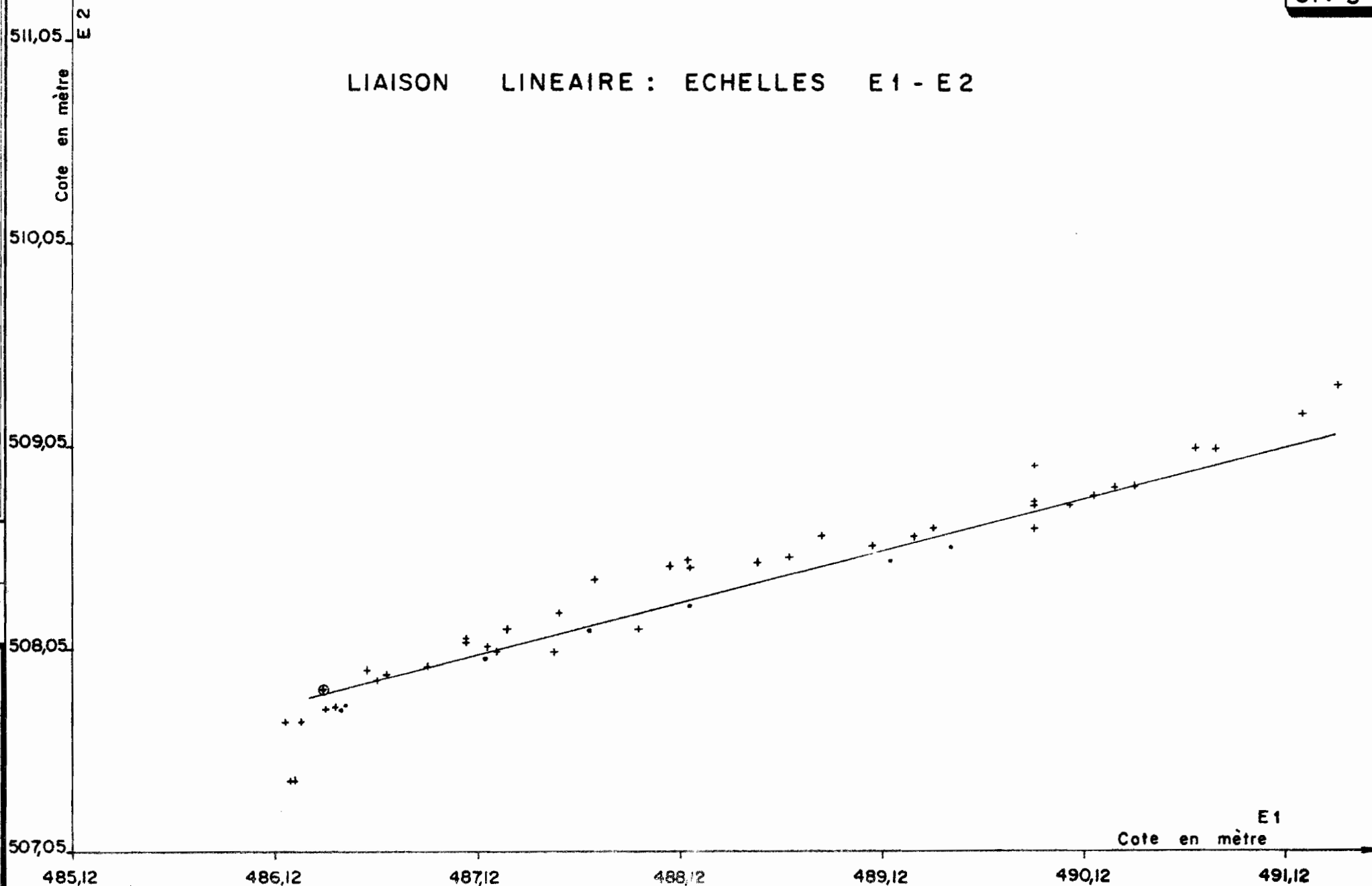
Les caractéristiques hydrauliques de cette partie rive droite-amont du site sont donc bien homogènes.

Echelle E 5 :

Liaison linéaire avec E1 établie à l'aide de 12 relevés - graphique 6 - :

$$E5 = 0,485 E1 + 285,46 \quad (\text{cote réelle})$$

LIAISON LINEAIRE : ECHELLES E1 - E2

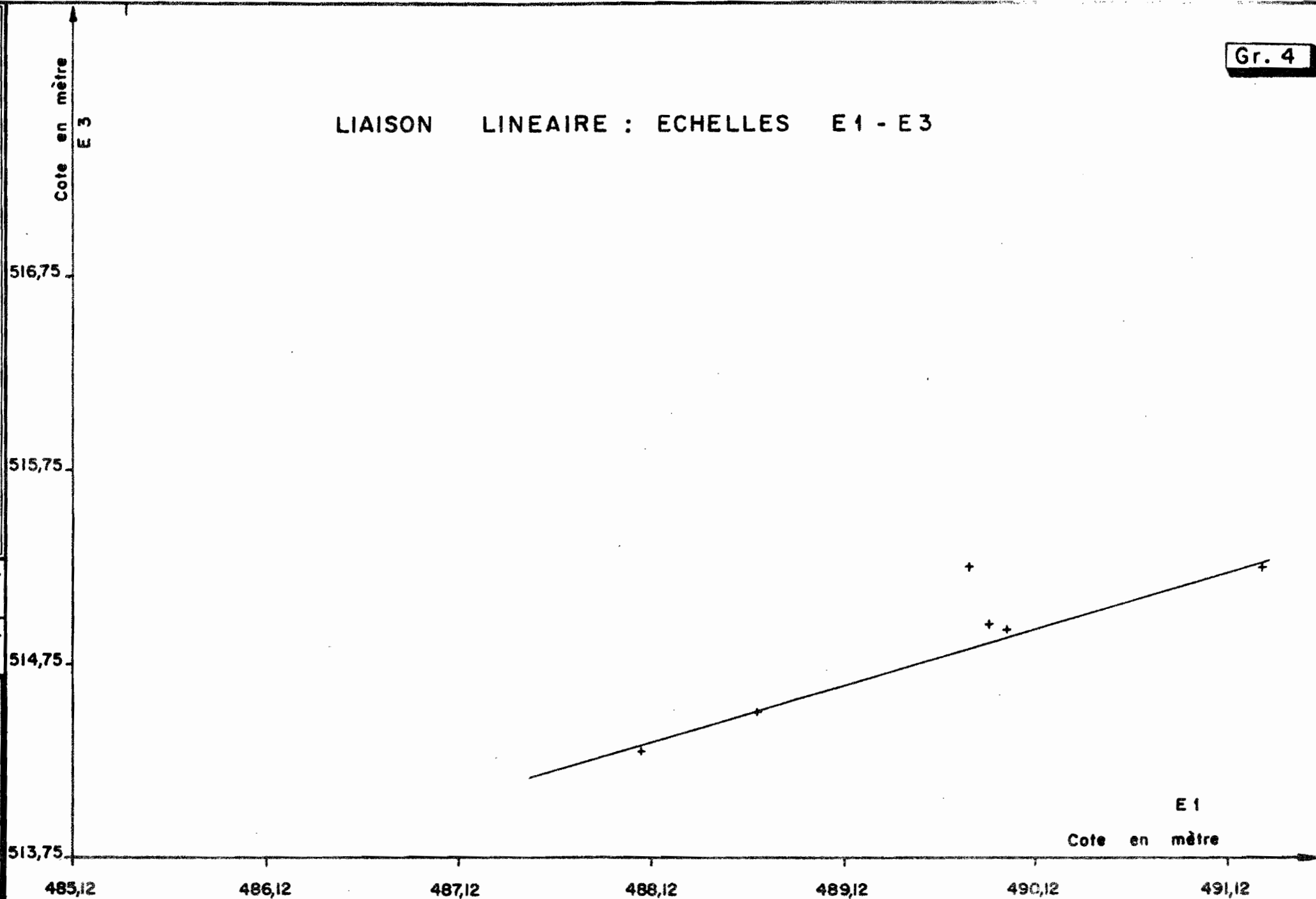


date

des.

Gr. 4

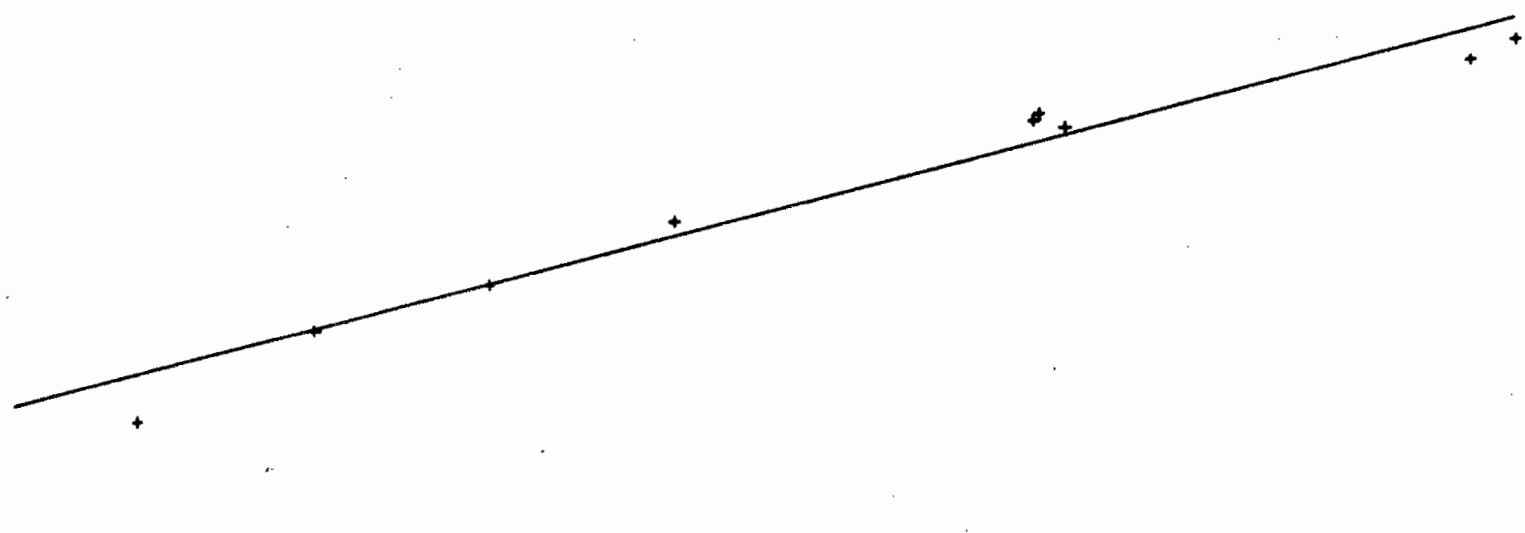
LIAISON LINEAIRE : ECHELLES E1 - E3



LIAISON LINEAIRE : ECHELLES E1 - E4

E 4
Cote en mètre
515,07
514,07
513,07
512,07
511,07
E 1
Cote en mètre

485,12 486,12 487,12 488,12 489,12 490,12 491,12



LIAISON LINEAIRE : ECHELLES E1 - E5

O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique

date	des.

Cote en mètre E 5

524,81

523,81

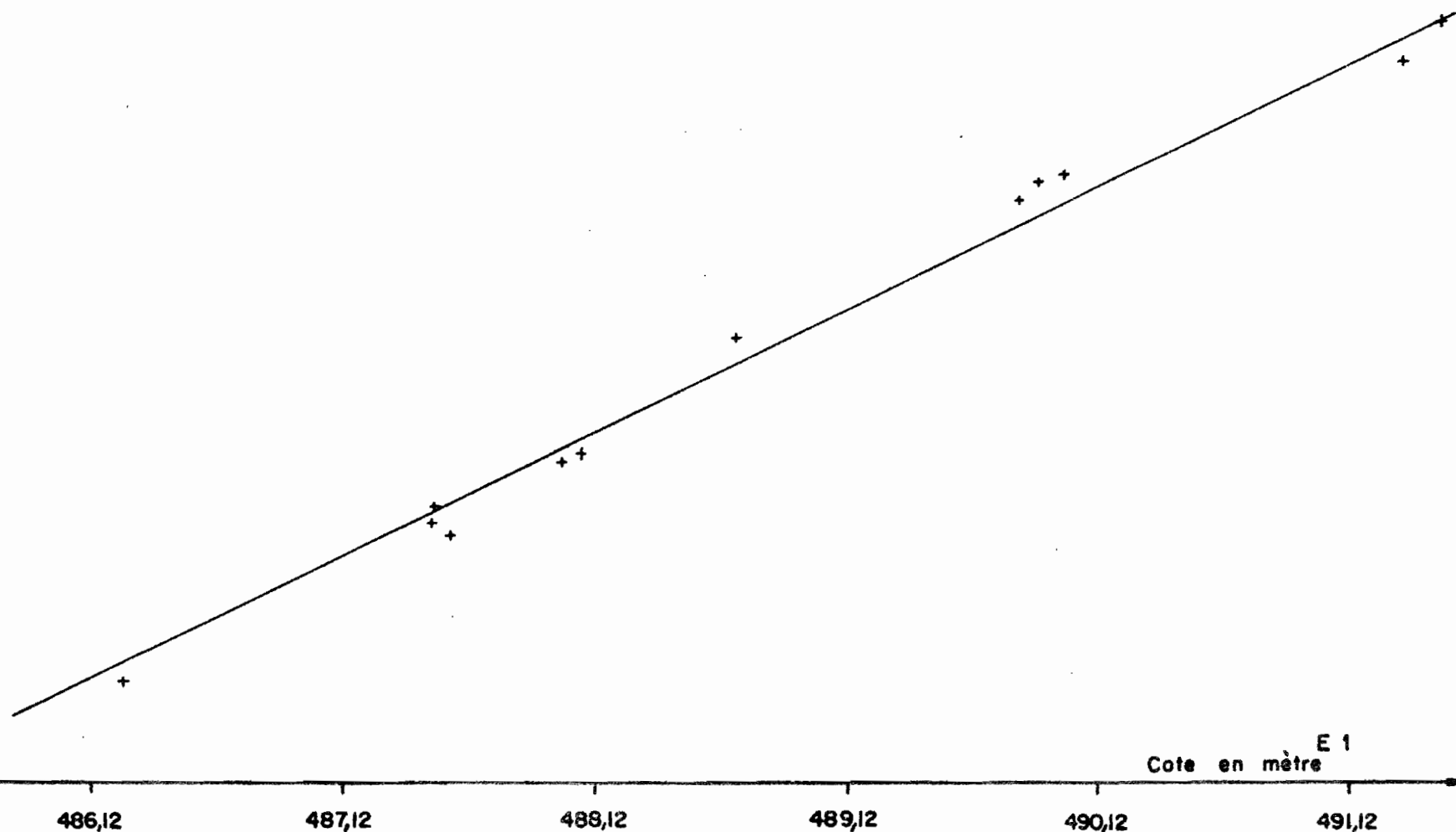
522,81

521,81

520,81

Cote en mètre E 1

485,12 486,12 487,12 488,12 489,12 490,12 491,12



date

des.

Cote en mètre
E 6

489,34

488,34

487,34

486,34

485,34

485,12

486,12

487,12

488,12

489,12

490,12

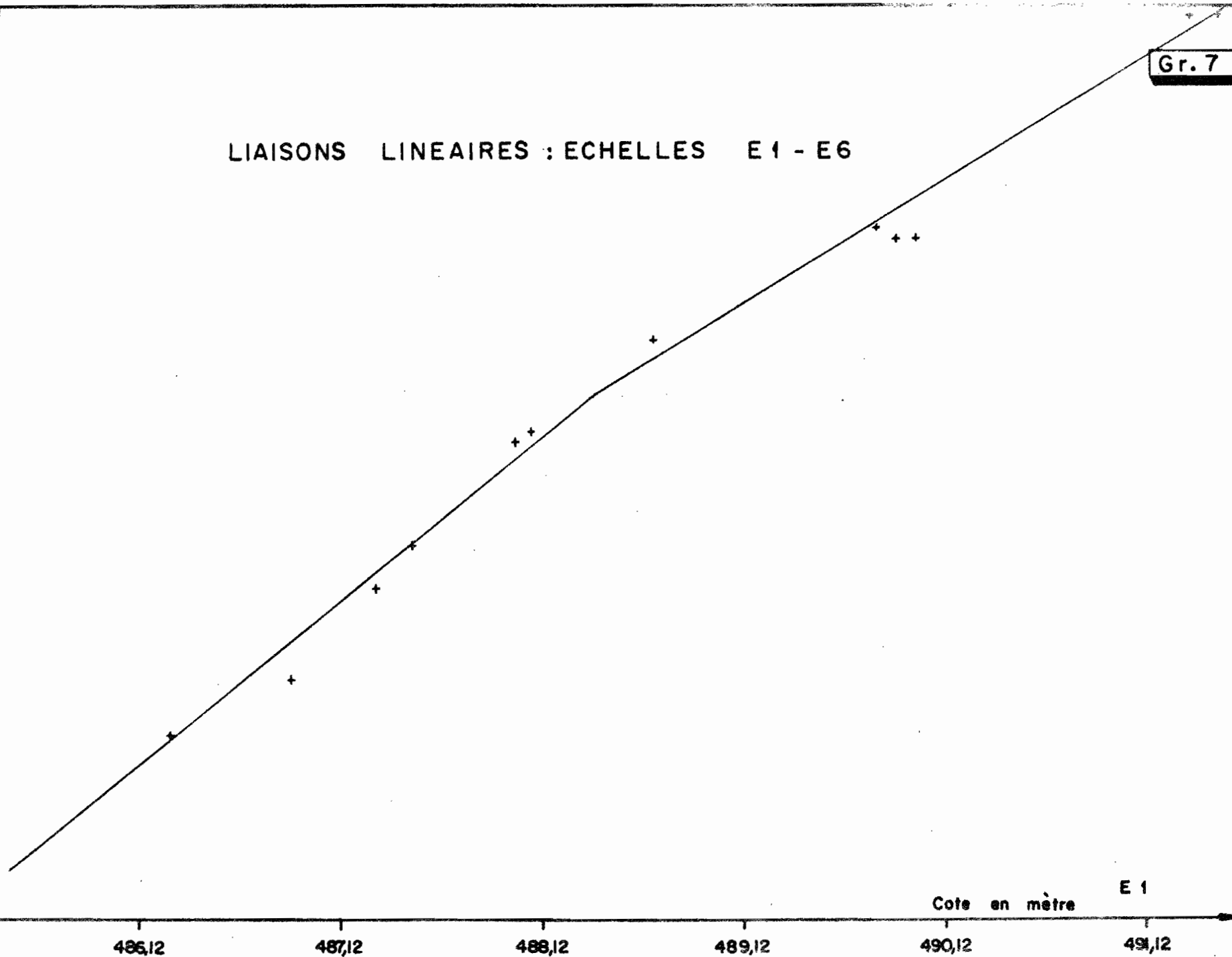
491,12

LIAISONS LINEAIRES : ECHELLES E 1 - E 6

Gr. 7

Cote en mètre

E 1



Echelle E 6

Liaisons linéaires avec E 1 établies à l'aide de 12 relevés - graphique 7 -.

$$E 6 = 0,800 E 1 + 97,22 \quad (\text{cote réelle}).$$

Il est à noter qu'à la cote 486,10 m le plan d'eau est horizontal entre les échelles E 1 et E 6.

Au-dessus de la cote 488,40 m à l'échelle E 1 nous avons une cassure, la droite d'estimation ayant pour équation :

$$E 6 = 0,610 E 1 + 190,01 \quad (\text{cote réelle}).$$

Echelle E 7

Liaisons linéaires avec E 1 établies à l'aide de 9 relevés - graphique 8 -.

$$E 7 = 0,805 E 1 + 107,14 \quad (\text{cote réelle})$$

Une cassure apparaît au-dessus de la cote 490,00 m à l'échelle E 1 :

$$E 7 = 0,510 E 1 + 251,69 \quad (\text{cote réelle})$$

En basses et moyennes eaux les droites E 6 et E 7 ont des coefficients angulaires très proches bien que l'une soit située à l'aval des chutes (E 6) et l'autre à l'amont. En très hautes eaux le coefficient angulaire de E 7 diminue sensiblement.

Echelle E 9

Liaisons linéaires avec E 1 établies à l'aide de 12 relevés - graphique 9 -.

$$E 9 = 0,625 E 1 + 209,05 \quad (\text{cote réelle}).$$

Au-dessus de la cote 489,60 à l'échelle E 1 une cassure apparaît, la nouvelle droite d'estimation ayant pour équation :

$$E'9 = 0,350 E 1 + 343,77 \quad (\text{cote réelle}).$$

Echelle E 10 - Graphique 10

Liaison linéaire avec E 1 établie à l'aide de 9 relevés :

$$E 10 = 0,870 E 1 + 63,72 \quad (\text{cote réelle}).$$

Remarque :

La plupart des relevés ont été effectués en hélicoptère entre la fin septembre et le début du mois de novembre, la navigation sur la SANAGA étant alors beaucoup trop dangereuse.

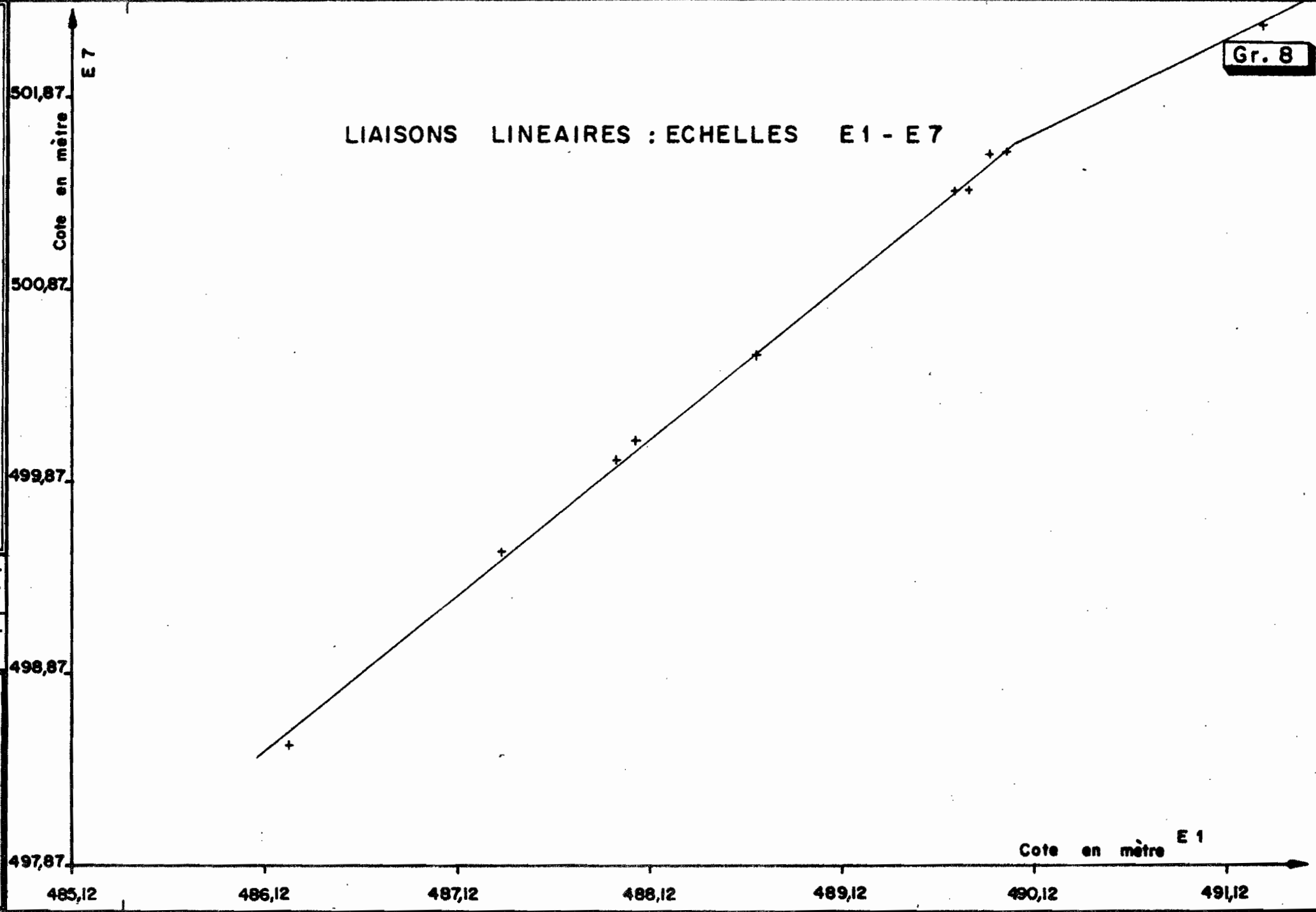
Sachant que la majorité de ces échelles sont situées dans des zones de rapides où, en moyennes et hautes eaux, le batillage peut atteindre plusieurs dizaines de centimètres, nous pensons que les corrélations obtenues sont tout à fait satisfaisantes.

O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique

date des.

LIAISONS LINEAIRES : ECHELLES E1 - E7

Gr. 8



LIAISONS LINEAIRES : ECHELLES E1 - E9

E 9
Cote en mètre

515,94

514,94

513,94

512,94

485,12 486,12 487,12 488,12 489,12 490,12 491,12

E 1
Cote en mètre

O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique

date

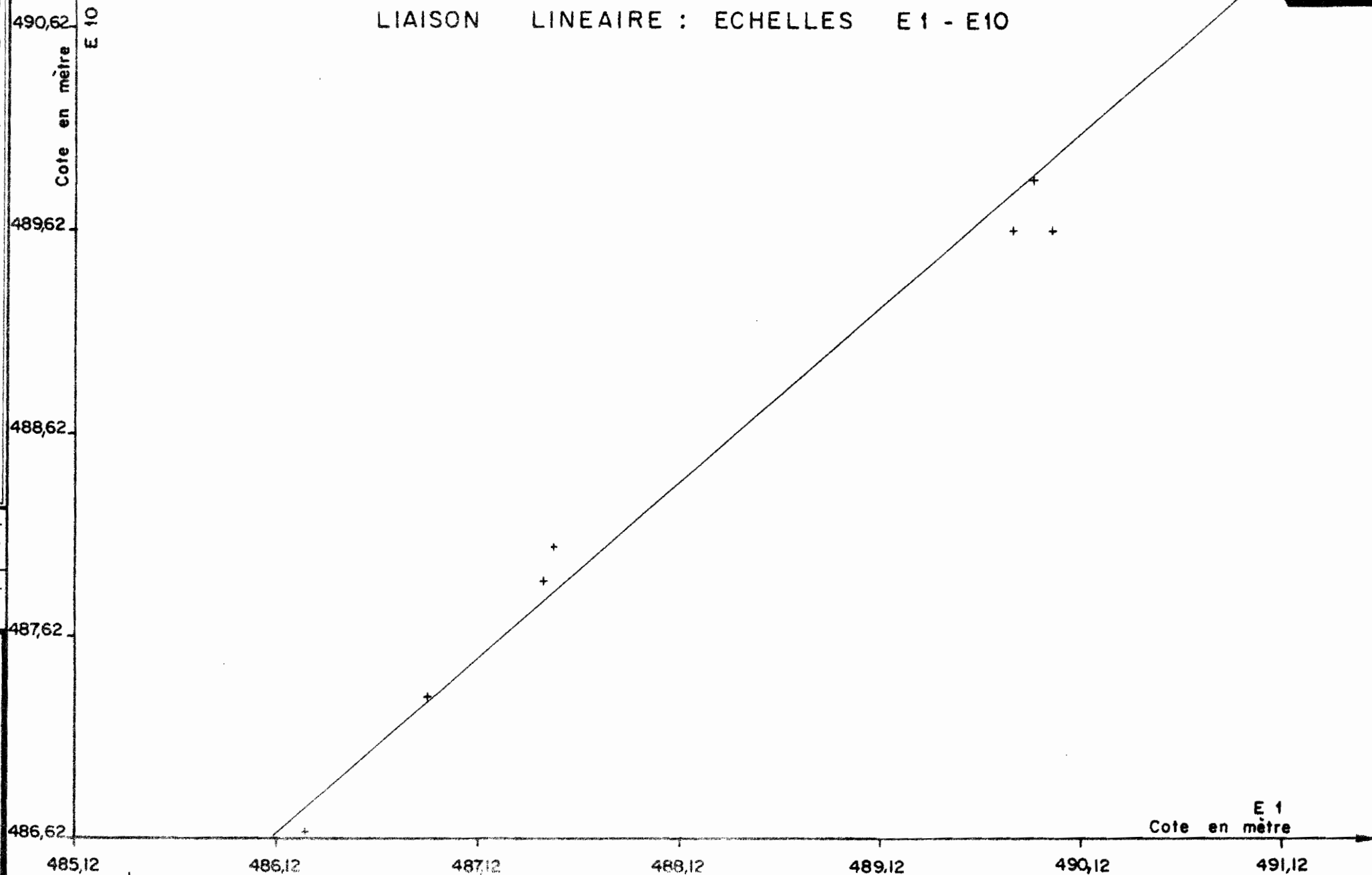
des.

date

des.

LIAISON LINEAIRE : ECHELLES E1 - E10

Gr 10



- 2 - MESURES DES DEBITS

Afin que la configuration des lignes d'eau soient connue non seulement en fonction de la cote à l'échelle E 1, mais surtout en fonction du débit, nous rappelons le tarage de cette échelle, établi à partir de mesures effectuées à la station d'EDEA.

Tarage échelle E 1 (aval)

Hauteur (cote réelle en m)		Débits m ³ /s
485,12	(0,00)	240
485,52	(0,40)	355
486,12	(1,00)	601
486,62	(1,50)	916
487,12	(2,00)	1 330
487,62	(2,50)	1 820
488,12	(3,00)	2 360
488,62	(3,50)	2 940
489,12	(4,00)	3 600
489,62	(4,50)	4 310
490,12	(5,00)	5 020
490,62	(5,50)	5 750
491,12	(6,00)	6 470
491,62	(6,50)	7 210
492,12	(7,00)	7 960
492,62	(7,50)	8 720
493,12	(8,00)	9 500
493,62	(8,50)	10 300

Afin de préciser la répartition des débits dans les deux bras de la SANAGA (île en aval de la future usine), plusieurs jaugeages ont été effectués sur le bras principal (bras droit) :

- le 19 Novembre 1970 :

H E1 = 283 cm $Q_T = 2\,190\text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{Bras droit}} = 1450\text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{\text{Bras gauche}} = 740\text{ m}^3/\text{s}$
soit, en pourcentage :
 $Q_{\text{Bras droit}} = 66\%$ du débit total.
 $Q_{\text{Bras gauche}} = 34\%$ du débit total.

- le 28 Novembre 1970 :

H E1 = 228 cm $Q_T = 1\,610\text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{Bras droit}} = 1\,180\text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{\text{Bras gauche}} = 430\text{ m}^3/\text{s}$
soit en pourcentage :
 $Q_{\text{Bras droit}} = 73\%$ du débit total
 $Q_{\text{Bras gauche}} = 27\%$ du débit total

- le 15 Décembre 1970

H E1 = 177 à 176 $Q_T = 1\,125\text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{Bras droit}} = 985\text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{\text{Bras gauche}} = 140\text{ m}^3/\text{s}$
soit, en pourcentage
Bras droit = 88 % du débit total
Bras gauche = 12 % du débit total

Nous rappelons également les deux mesures effectuées
en 1967 et 1968.

- le 20 Février 1967 :

H E1 = 77 cm $Q_T = 466\text{ m}^3/\text{s}$.
 $Q_{\text{Bras droit}} = 446\text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{\text{Bras gauche}} = 20\text{ m}^3/\text{s}$
soit en pourcentage :
 $Q_{\text{Bras droit}} = 96\%$ du débit total
 $Q_{\text{Bras gauche}} = 4\%$ du débit total.

- le 10 octobre 1968 (mesures imprécises faites depuis un hélicoptère) :

$$H_{E1} = 540 \text{ cm}$$

$$Q_T = 5\,800 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{Bras droit}} = 3\,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{Bras gauche}} = 2\,100 \text{ m}^3/\text{s}$$

soit en pourcentage :

$$Q_{\text{Bras droit}} = 64 \% \text{ du débit total}$$

$$Q_{\text{Bras gauche}} = 36 \% \text{ du débit total.}$$

Nous pensons qu'en première approximation (voir graphique 11) nous pouvons considérer que la liaison entre le débit total et le débit transitant par le bras droit est linéaire au-dessus de $1\,200 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q_{total}).

$$Q_{BD} = 0,51 \quad Q_T + 325 \quad (\text{en m}^3/\text{s}).$$

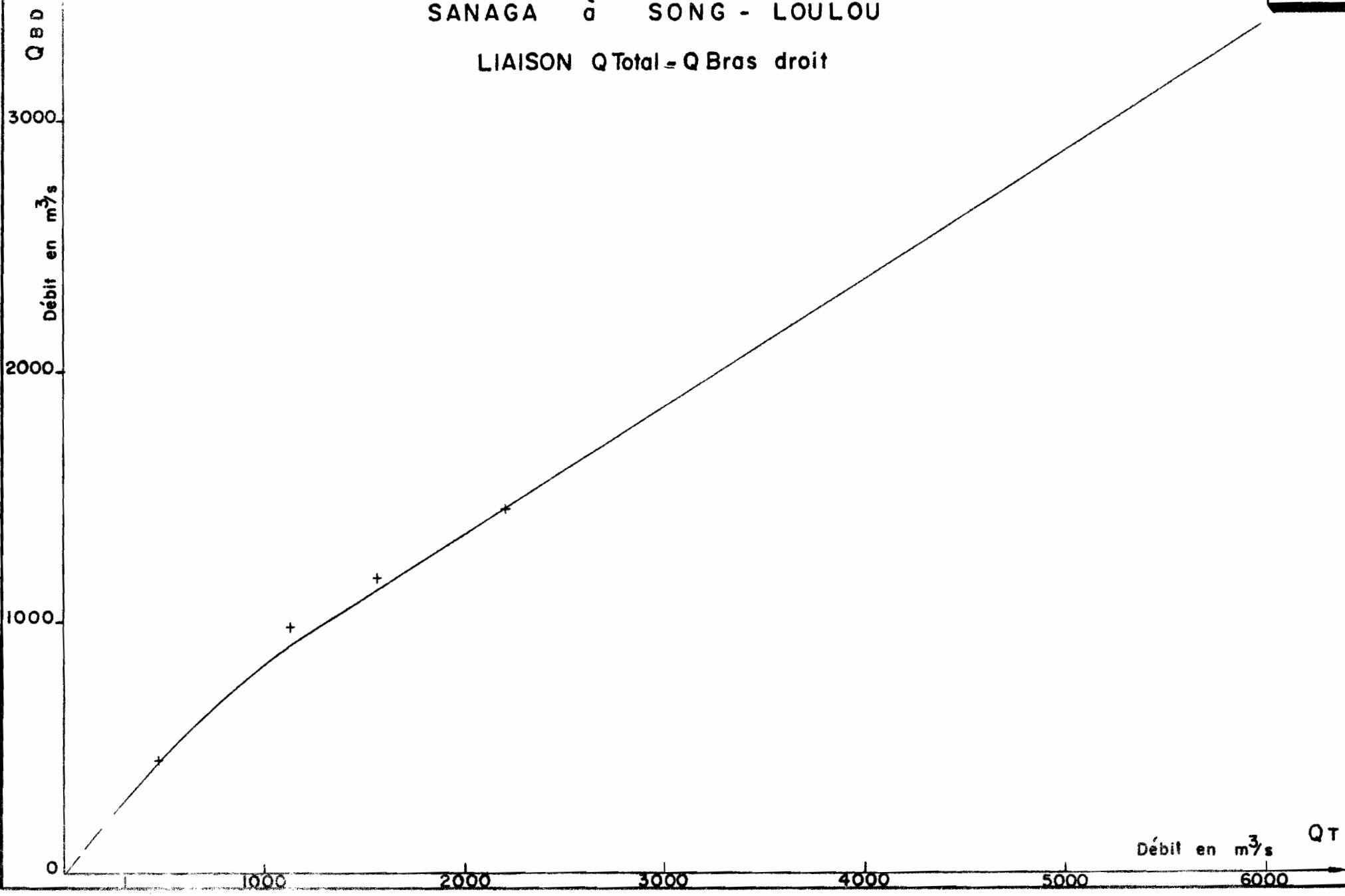
x

x

x

SANAGA à SONG - LOULOU
LIAISON $Q_{Total} = Q_{Bras\ droit}$

Gr. 11



A N N E X E

RELEVES LIMNIMETRIQUES DE L'ECHELLE E 1

DE SONG-LOULOU (H en cm)

Année 1970-71

Jours	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F
1	113	118	156	218	268	303	358	485	639	214	140	105
2	111	108	165	215	270	301	395	475	678	206	138	105
3	110	105	155	202	275	295	415	470	685	204	142	103
4	108	107	148	198	278	292	427	465	639	202	147	105
5	145	105	145	202	265	304	435	458	595	195	142	104
6	112	105	147	205	258	304	475	456	536	192	138	104
7	112	107	145	203	255	315	470	455	485	185	137	104
8	112	111	143	195	238	325	465	465	458	183	135	105
9	114	115	145	188	228	315	475	465	445	178	135	105
10	116	115	145	182	230	305	475	475	385	205	133	104
11	125	118	155	189	225	293	498	475	355	212	129	105
12	132	120	153	198	218	295	505	483	335	208	127	104
13	130	125	155	202	210	295	508	485	325	205	125	105
14	128	130	153	205	215	303	515	475	314	198	125	105
15	128	133	156	208	223	305	525	480	303	195	123	105
16	130	127	158	220	235	315	515	535	293	168	120	104
17	131	136	160	222	243	326	510	545	286	165	118	105
18	132	142	158	225	248	345	505	549	285	160	115	105
19	131	158	152	208	264	345	495	555	283	158	115	106
20	133	165	150	208	285	365	492	565	275	155	113	105
21	129	167	145	204	278	415	485	598	270	154	110	106
22	132	178	145	195	278	435	485	596	265	175	114	105
23	130	185	159	192	288	435	483	608	255	185	109	105
24	135	173	168	186	288	428	480	618	248	182	112	106
25	139	160	202	195	285	422	475	622	244	178	114	105
26	143	155	205	205	287	425	459	640	236	169	112	108
27	147	158	205	208	278	425	475	635	233	165	110	108
28	139	159	218	225	295	415	485	625	228	152	111	113
29	135	160	218	229	315	415	485	575	225	148	113	
30	128	160	242	255	318	408	485	565	222	145	110	
31	118		232		305	402		595		142	112	

ORSTOM

Direction générale :

24, rue Bayard, PARIS 8^e

Centre ORSTOM de Yaoundé :

B. P. 193 — YAOUNDE

République Fédérale du Cameroun.